

# 降雨アニメーションにおける輝度ダイナミックレンジの拡張に関する検討

島田 洋輔<sup>†</sup> 玉木 徹<sup>†</sup> 金田 和文<sup>†</sup> 多田村 克己<sup>‡</sup>

(<sup>†</sup>広島大学大学院工学研究科 <sup>‡</sup>山口大学大学院理工学研究科)

## 1. はじめに

本研究では降雨時のドライブシミュレータ映像において対向車のヘッドライトが入射する状況や、雨雲の間から太陽が出てくるといった輝度変化の激しい状況に対応できるように輝度ダイナミックレンジの拡張を行った。悪条件下での運転の体験や運転者の行動解析のために、前述のような状況はドライブシミュレータ映像には必要不可欠である。従来用いられている RGB 各 256 段階のローダイナミックレンジ(LDR)画像では、輝度変化の激しい状況が、高輝度領域の輝度飽和などにより表現できなくなる。これを解決するため、本研究では RGB 値のレンジを広げたハイダイナミックレンジ(HDR)画像をドライブシミュレータ映像に用いる。まず使用するHDR画像フォーマットについての検討を行う。そして複数枚の実写画像を用いてHDR画像を作成し、これを環境マップとしてドライブシミュレータ映像を作成し、その効果について検討を行う。

## 2. 水滴のレンダリング処理

図 1 に示すように、水滴を取り囲むように背景直方体を設置し、それに周囲の環境を写した背景画像(環境マップ)を配置する。そして水滴を通過するレイと背景直方体との交点を求め、水滴への映り込みを表現する[1]。広範囲の背景が写り込むため、エイリアシングが生じる。エイリアシングの影響を低減するため、水滴領域のレンダリングにはスーパーサンプリングに基づいた表示を行う。

## 3. HDR 画像フォーマット

HDR 画像フォーマットの特徴を表 1 に示す[2]。ドライブシミュレータ映像のためには多数枚の画像を保存する必要があるため、ファイル容量の観点から RADIANCE フォーマットを採用した。

## 4. 適用結果

対向車がある場合の状況を想定し、水滴をレンダリングした HDR 画像を作成した[3]。そして環境マップに LDR 画像を使用した場合と比較した。比較結果を図 2 に示す。HDR レンダリング結果はトーンマッピングを用いて表示している。

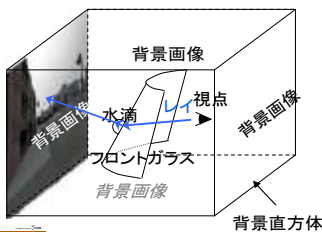


図 1: 環境マッピングによる水滴のレンダリング



図 2: 出力結果

これらの画像を比べるとLDRレンダリングではヘッドライトの光が水滴にあまり映り込んでいない。HDRレンダリングの方がよりリアルに水滴への光の映り込みを表現できている。

水滴への光の映り込みに大きな差が出る理由として、LDR画像を環境マップとして用いた場合、輝度飽和により、本来高い輝度値を持っている部分が切り捨てられているためであると考えられる。また、LDR画像では、実際の輝度値とピクセル値が線形関係にないことも理由としてあげられる。そして、スーパーサンプリングにより、その差が如実に現れるためであると考えられる。

## 5. 終わりに

ドライブシミュレータに最適と思われるHDRフォーマットを検討し、文献[1]の手法を用いて対向車のある状況を想定し水滴をレンダリングした。その結果HDRレンダリングによってリアルな水滴の映り込みがレンダリングできたことを確認した。

## 文 献

- [1] K. Kaneda, et al., "Animation of Water Droplets Moving Down a Surface," *J. Visual. Comput. Anim.*, Vol.10, No.1, pp.15-26, 1999.
- [2] E. Reinhard, et al., "High Dynamic Range Imaging," Acquisition, Display, and Image-Based Rendering. Morgan Kaufmann, pp89-98, 2005.
- [3] P. Debevec and J. Malik., "Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs," *Proc. SIGGRAPH '97, ACM*, pp. 369-378, 1997.

表 1: HDR 画像フォーマットの特徴

Encoding (フォーマット)	color space	Bits/pix	Dynamic Range	Relative Step	特徴
RGBE (RADIANCE)	Positive RGB	32	76 orders	1.0%	普及率大
Log Luv32 (TIFF)	Log Y+(u',v')	32	38 orders	0.3%	レンダリングの最終結果保存に適している
Half RGB (OpenEXR)	RGB	48	10.7 orders	0.1%	$\alpha$ 値、depth 値も格納可
IEEE RGB (-)	RGB	96	79 orders	$3 \times 10^{-6}\%$	-